



НАСТОЛЬНЫЙ АТЛАС БОТУЛИНОТЕРАПЕВТА

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ИНЪЕКЦИЙ
БОТУЛИНИЧЕСКОГО ТОКСИНА

*Под ред. **С.Е.Хатьковой***

Учебное пособие для неврологов, нейрохирургов,
реабилитологов, специалистов в области
расстройств движений и ботулинотерапии

Москва
2020

УДК 616.079

ББК 53.58

Н32

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в любой форме и любыми средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Авторы и издательство приложили все усилия, чтобы обеспечить точность приведенных в данной книге показаний, побочных реакций, рекомендуемых доз лекарств. Однако эти сведения могут изменяться.

Информация для врачей. Внимательно изучайте сопроводительные инструкции изготовителя по применению лекарственных средств.

Книга предназначена для медицинских работников.

Настольный атлас ботулинотерапевта. Ультразвуковой контроль инъекций Н32 ботулинического токсина: учебное пособие для неврологов, нейрохирургов, реабилитологов, специалистов в области расстройств движений и ботулинотерапии / Под ред. С.Е.Хатьковой. – М., 2020. – 168 с. : ил.
ISBN 978-5-00030-765-6

УДК 616.079
ББК 53.58

ISBN 978-5-00030-765-6

СОДЕРЖАНИЕ

От авторов 4

ЧАСТЬ 1. УЗ-контроль инъекций при проведении ботулинотерапии у пациентов со спастичностью

верхних и нижних конечностей 7

Общие вопросы ботулинотерапии 9

Основные мышцы верхней конечности 17

 Приведение и внутренняя ротация плеча 19

 Отведение плеча 29

 Разгибание в локтевом суставе 33

 Сгибание в локтевом суставе 37

 Сгибание запястья и пронация предплечья 47

 Сгибание пальцев 55

Основные мышцы нижней конечности 75

 Сгибание в тазобедренном суставе 77

 Разгибание в коленном суставе 81

 Приведение бедра 93

 Сгибание в коленном суставе 103

 Эквинорусная стопа 111

 Сгибание пальцев стопы 119

 Разгибание большого пальца и стопы 123

ЧАСТЬ 2. УЗ-контроль инъекций при проведении

ботулинотерапии у пациентов с цервикальной дистонией 131

Общие вопросы ботулинотерапии 133

Мышцы-мишени при цервикальной дистонии 141

Приложения 161

Литература 168

ОТ АВТОРОВ

Уважаемые коллеги!

Вы держите в руках издание, посвященное основам лечения спастичности с помощью инъекций ботулинического токсина под контролем ультразвука.

Сегодня ботулинотерапия применяется, пожалуй, во всех областях клинической медицины, и интерес к ней постоянно растет. В лечении многих неврологических заболеваний, а также в реабилитации больных после инсульта или травмы внутримышечное введение ботулинического токсина имеет наивысший уровень доказательности (А) в отношении снижения мышечного тонуса и улучшения пассивной функции верхней конечности.

Проблема спастичности в последнее время становится все более актуальной. Ежегодно в России около 400 тысяч человек переносят инсульт, более 180 тысяч получают тяжелые черепно-мозговые травмы, в результате которых формируются двигательный дефицит и повышение мышечного тонуса, которые приводят к ограничению дееспособности, социальной дезадаптации пациентов и другим тяжелым последствиям.

Реабилитация пациентов зачастую становится невозможной именно из-за того, что мышечная гиперактивность (спастичность) мешает функциональному восстановлению, вызывает боль, является причиной деформаций пораженных конечностей и многих других проблем. Инъекции ботулинического токсина являются терапией первой линии, в частности, в коррекции фокальной спастичности верхней конечности у больных после инсульта или черепно-мозговой травмы.

В настоящее время алгоритм проведения ботулинотерапии является хорошо отработанным. После определения показаний для ботулинотерапии, целей лечения, ключевых мышц, вовлеченных в формирование спастического паттерна, важнейшим моментом является точность проведения инъекции в мышцу. Необходимость использования методов контроля инъекций показана во многих исследованиях и проверена в рутинной практике врачей. Ультразвуковой метод имеет много преимуществ: является неинвазивным, позволяет в режиме реального времени визуализировать как саму мышцу, так и сосуды, нервы, а также контролировать непосредственное введение препарата, но требует от врача определенного навыка владения им.

В настоящее время в широком доступе имеется большое количество анатомических атласов, иллюстрированного материала, посвященного методам контроля инъекций.

Особенностью данного издания является то, что мышцы-мишени для инъекций представлены не каждая по отдельности, а в структуре наиболее часто встречающихся паттернов спастичности. Кроме того, параллельно с УЗ-изображениями представлены схематичные рисунки, позволяющие лучше воспринимать непривычную для клинициста картинку на экране УЗ-аппарата.

Идея создать пособие для тех врачей, кто работает с пациентами со спастичностью и только начинает свой путь в ботулинотерапии, появилась уже давно, но воплощение ее заняло достаточно много времени.

Начинать новое серьезное дело всегда непросто и чрезвычайно ответственно. Мы с большим волнением отдаем наш труд в Ваши руки и будем рады, если процесс обучения УЗ-методу контроля инъекций станет для Вас понятным и интересным, добавит Вам уверенности и, самое главное, знаний на этом нелегком пути по улучшению качества жизни пациентов со спастичностью.

Мы хотели бы искренне поблагодарить наших учителей, которые пробудили в нас любовь к ботулинотерапии, открыли секреты своего мастерства, а также выражаем огромную признательность компании «Аллерган» за бесценную помощь в подготовке этого атласа!

В настоящее время очевидно, что использования только анатомических ориентиров часто бывает недостаточно для обеспечения точности, а значит, эффективности проведения инъекции ботулинического токсина.

Какие самые распространенные ошибки могут возникнуть во время инъекции?

1. Избыточная глубина прокола при инъекции поверхностных мышц. Например, вместо мышцы поверхностного сгибателя пальцев (*m. flexor digitorum superficialis*) инжектор может попасть в нижележащую мышцу – глубокий сгибатель пальцев (*m. flexor digitorum profundus*) или вместо икроножной мышцы (*m. gastrocnemius*) – в камбаловидную (*m. soleus*).
2. Попадание иглы не в мышцу, а в жировую клетчатку, сосуд или нерв.

Для обеспечения точности попадания в мышцу в настоящее время используются следующие методы контроля:

1. Электромиография
2. Рентгеновская компьютерная томография
3. Электростимуляция
4. Ультразвуковое исследование

ЧАСТЬ 1

УЗ-контроль инъекций при проведении ботулинотерапии у пациентов со спастичностью верхних и нижних конечностей

Хатькова С.Е., Бальберт А.А., Боцина А.Ю., Николаев Е.А.

Общие вопросы ботулинотерапии

Методы контроля инъекций

Электромиография

Электростимуляция

УЗ-контроль

Рентгеновская компьютерная томография

Электрмиография

Метод электрмиографии (ЭМГ) позволяет оценить электрическую активность нервно-мышечных синапсов (моторных концевых пластинок) путем регистрации их потенциалов действия. Для получения максимально точной информации о степени активности мышцы используется игольчатая ЭМГ.

По специфическим характеристикам миограммы можно определить место инъекции, т.е. нахождение иглы непосредственно в двигательной точке (в области наибольшей концентрации концевых пластинок).

В норме мышца, находящаяся в покое, «молчит» (регистрируется фоновая мышечная активность; на аудиограмме – незначительный ритмичный шум). Произвольное сокращение вызывает повышение биоэлектрической активности мышцы в виде изменения ее графических и аудиохарактеристик, регистрируемых при проведении ЭМГ (увеличение амплитуды мышечного ответа; на аудиограмме – усиление интенсивности шума). Спастичная мышца в покое имеет ЭМГ-характеристики, схожие с таковыми при изотоническом сокращении нормальной мышцы.

В местах наибольшей плотности моторных концевых пластинок мышцы амплитуда ответа и соответственно интенсивность и четкость аудиосигнала возрастают. И напротив, чем дальше игольчатый электрод расположен от места скопления концевых пластинок, тем глуше шум. Именно эта характеристика позволяет использовать ЭМГ для проведения инъекций ботулинического токсина в зонах максимального скопления активных моторных единиц, тем самым повышая эффективность лечения.



Электростимуляция

Для проведения электростимуляции (ЭС) во время инъекций ботулинического токсина используется целый ряд портативных приборов. В Российской Федерации зарегистрирован «Мист» («Нейротех», г. Таганрог), одним из режимов которого является ЭС.

К телу пациента (конкретное место прикрепления зависит от области проведения инъекции) фиксируются отводящий и рефрактерный электроды. Например, при

проведении инъекции в мышцы кисти электроды фиксируются на близлежащих мышцах предплечья. Третьим, активным, электродом служит специальная съемная игла для введения ботулинического токсина. На электроды подаются импульсы длительностью 100 мкс, с силой тока от 1 до 50 мА и частотой повторения от 1 до 10 Гц (при необходимости параметры силы и частоты импульсов тока можно регулировать). На дисплее выбирается режим стимуляции.

Преимущества электростимуляции:

1. Удобство применения, хранения и транспортировки за счет малого размера прибора
2. Низкая стоимость прибора
3. Возможность легко и быстро лоцировать нужные мышцы

Недостатки:

1. Сложность в выделении глубоко расположенных и перекрывающих друг друга мышц
2. Болезненность процедуры
3. Дополнительная стоимость расходного материала

По анатомическим ориентирам определяется мышца-мишень, участвующая в формировании спастического паттерна. После введения иглы в искомую мышцу необходимо включить подачу импульсов. Принцип методики заключается в том, что при подаче электрического тока на кончик иглы и, соответственно, на мышцу, в которой она находится, происходит характерное для ее функции сокращение и движение в суставе, наблюдая которое инжектор может определить локализацию кончика иглы (в нужной ли мышце он находится) и при необходимости скорректировать его положение. Например, в ответ на стимуляцию поверхностного сгибателя пальцев кисти (*m. flexor digitorum superficialis*) возникает сгибание проксимальных фаланг; в ответ на стимуляцию глубокого сгибателя пальцев кисти – сгибание дистальных (*m. flexor digitorum profundus*). Если местоположение иглы верное, вводится препарат. Чем интенсивнее происходит сокращение в ответ на стимул одной и той же силы, тем больше моторных концевых пластинок в зоне нахождения кончика иглы-электрода. Важно отметить, что при подаче импульсов силой более 5 мА сокращение будет более явным, однако есть вероятность одновременной стимуляции соседних мышц, что может дать неверную информацию инжектору о локализации иглы.

УЗ-контроль

В последнее время введение ботулинического токсина все шире проводится под контролем ультразвукового исследования мышц.

Ультразвук представляет собой звуковые волны с диапазоном частот от 20 Гц до 20 кГц. Как правило, в диагностических целях используется диапазон частот от 3 до 18 мГц. Основой метода является взаимодействие ультразвуковой волны и тканей тела. Короткие волны, направленные в ткани, отражаются от них, а на основе отраженных сигналов формируется изображение. Для генерации ультразвука используются преобразователи, которые содержат кристаллы, представляющие собой искусственные пьезоэлементы. Под воздействием быстропеременного тока кристаллы изменяют свою конфигурацию (последовательно сжимаются и расширяются), образуя ультразвуковые волны, которые распространяются в тканях (поглощаются и отражаются). Возвращающиеся от тканей сигналы вызывают колебания кристаллов и возникновение на их гранях переменного электрического тока. В этом случае пьезоэлемент функционирует как ультразвуковой датчик, в котором электрические сигналы усиливаются и трансформируются в изображение.

Ультразвуковое изображение создается за счет двух типов отражения: зеркального и рассеивающегося. В случае если отражающая поверхность значительно больше длины волны, ультразвуковой сигнал отражается полностью. Если же поверхность меньше длины волны, часть сигнала рассеивается в окружающих тканях. Кроме того, характер отраженного сигнала (эхогенность) зависит от акустических свойств разных типов ткани, таких как плотность и сжимаемость.

Такие плотные и несжимаемые структуры, как фасции и сухожилия, дают светлый гиперэхогенный сигнал (рис. 1).

Артерии и вены при поперечном положении датчика имеют округлую форму – поперечное сечение (рис. 2), при продольном – продолговатую (рис. 3). Просвет сосудов анэхогенен. При компримировании тканей (надавливании датчиком) просвет вены спадается, в отличие от просвета артерии, за счет

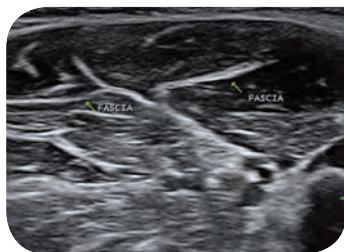


Рис. 1. Гиперэхогенный сигнал от фасции. Поперечное положение датчика



Рис. 2. Гипоэхогенный просвет артерии и вены. Поперечное положение датчика

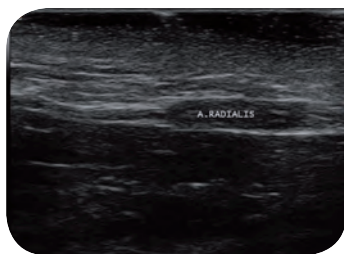


Рис. 3. Просвет артерии. Продольное положение датчика



Рис. 4. Ультразвуковое изображение срединного нерва. Поперечное положение датчика

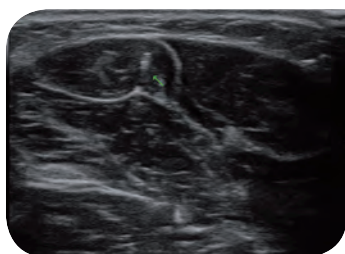


Рис. 5. Изображение иглы в мышце в продольной плоскости датчика

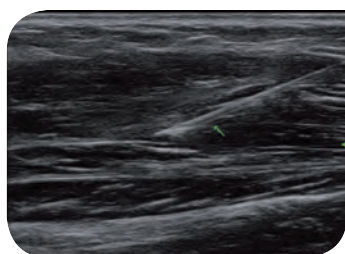


Рис. 6. Изображение кончика иглы в мышце перпендикулярно плоскости датчика

наличия мышечного слоя в стенке, что позволяет их дифференцировать.

Отражение ультразвуковой волны от нерва представляет собой комбинацию гиперэхогенных (от эпи- и периневрия) и гипозэхогенных (собственно нерв) сигналов (рис. 4).

Оптимальными являются линейные датчики с диапазоном частот от 7 до 13 МГц. Использование режима высокой частоты позволяет визуализировать более поверхностно расположенные структуры, и наоборот. Так, при необходимости анализа тканей на глубине 4 см используется частота 13 МГц, на глубине 8 см – частота 7,5 МГц.

При проведении инъекций ботулинического токсина под контролем ультразвука используются режимы аппарата для поверхностных структур. Перед проведением исследования необходимо проверить ориентацию датчика, то есть определить, какая из его сторон на какой части экрана отображается. Для этого необходимо прикоснуться к одному из его полюсов и посмотреть, с какой стороны экрана появляется сигнал.

Существует две техники введения ботулинического токсина под ультразвуковым контролем. При так называемом непрямом подходе визуализируется мышца-мишень, определяются нужная глубина и соответственно длина иглы. Место предполагаемой инъекции маркируется на коже, поверхность очищается от проводящего геля, и далее вводится препарат (уже без проведения УЗ). Прямой подход представляет собой инъекцию при одновременном проведении УЗ-контроля (в реальном времени).

Крайне важно представлять, что направление ультразвукового луча совпадает с продольной плоскостью датчика. Для полной визуализации иглы в мышце ее необходимо разместить вдоль продольной плоскости датчика (рис. 5) либо перпендикулярно к ней. При последней технике игла визуализируется на экране в виде яркой точки (рис. 6).

Приведение и внутренняя ротация плеча

Большая грудная мышца

Большая круглая мышца

Подлопаточная мышца

Широчайшая мышца спины

БОЛЬШАЯ ГРУДНАЯ МЫШЦА

M. PECTORALIS MAJOR

Плоская поверхностная мышца, занимает практически всю передневерхнюю часть грудной клетки



Начало:

От ключицы – ключичная часть (pars clavicularis)

От передней поверхности грудины и хрящей II-VII ребер – грудино-реберная часть (pars sternocostalis)

От передней стенки влагалища прямой мышцы живота – брюшная часть (pars abdominalis)

Прикрепление:

К гребню большого бугорка плечевой кости

Участвует в образовании передней стенки подмышечной ямки (fossa axillaris)

Функция:

Приводит и вращает плечо внутрь, при горизонтальном положении руки приводит ее в сагиттальное положение, а также своей грудино-реберной частью мышца участвует в акте дыхания – способствует расширению грудной клетки

Разгибание в локтевом суставе

Трехглавая мышца

ТРЕХГЛАВАЯ МЫШЦА

M. TRICEPS BRACHII

Имеет три головки: длинную, латеральную и медиальную.
Располагается на тыльной поверхности плеча, занимает
большую его часть



Начало:

Длинной головки – подсуставной бугорок лопатки (tuberculum infraglenoidale)

Латеральной головки – на плечевой кости

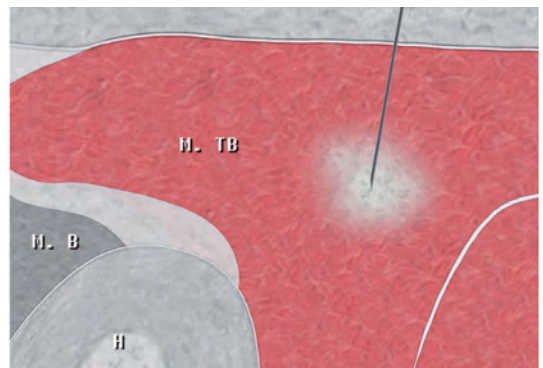
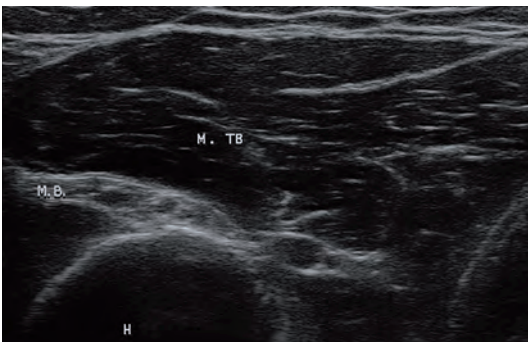
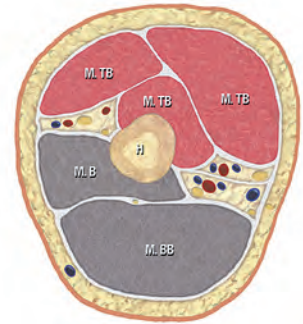
Медиальная головка находится под латеральной, начинается на дистальной трети задней поверхности плечевой кости

Прикрепление:

Все три головки, соединяясь вместе, прикрепляются общим сухожилием к отростку локтевой кости – olecranon

Функция:

Разгибание руки в локтевом суставе, также длинная головка участвует в приведении и разгибании руки в плечевом суставе



Иннервация:

Лучевой нерв (n. radialis) C6–C8, Th1

Число точек инъекции: 2–3

Доза:

- Ботокс 50–120 Ед
- Ксеомин 50–120 Ед
- Релатокс 50–120 Ед
- Диспорт 150–300 Ед

Особенности инъекции:

Инъекция в длинную головку: от середины линии, соединяющей акромион и олекранон, отступить на 1–2 см медиальнее

Для инъекции в медиальную головку – пройти через мышечное брюшко длинной головки глубже, изменив траекторию и угол введения иглы, практически приблизившись к плечевой кости

Более поверхностно над ней находится латеральная головка

Рекомендовано проведение инъекции под УЗ-контролем

Сгибание запястья и пронация предплечья

Мышца – круглый пронатор

Лучевой сгибатель запястья

Локтевой сгибатель запястья

МЫШЦА – КРУГЛЫЙ ПРОНАТОР

M. PRONATOR TERES

Располагается поверхностно на передней поверхности предплечья, в верхней его трети



Начало:

Медиальный надмыщелок и венечный отросток плечевой кости

Прикрепление:

Средняя треть боковой поверхности лучевой кости

Рекомендуемая позиция во время инъекции:

Предплечье в позиции супинации, рука разогнута или слегка согнута в локтевом суставе

Функция:

Пронирует предплечье

Формирует (вместе с лучевым сгибателем кисти) узнаваемый ультразвуковой паттерн «француз, нюхающий головку сыра» («нос француза» – m. flexor carpi radialis, «сыр» – m. pronator teres)

Сгибание пальцев стопы

Мышца – длинный сгибатель пальцев

Мышца – длинный сгибатель большого пальца

МЫШЦА – ДЛИННЫЙ СГИБАТЕЛЬ ПАЛЬЦЕВ

M. FLEXOR DIGITORUM LONGUS

Занимает наиболее медиальное положение из всех мышц глубокого слоя, располагаясь по задней поверхности большеберцовой кости



Начало:

Средняя треть задней поверхности большеберцовой кости

Прикрепление:

Направляясь вниз, мышца переходит в длинное сухожилие, которое огибает сзади медиальную лодыжку, затем переходит на подошву, направляясь косо кнаружи, и делится на четыре отдельных сухожилия, которые следуют вдоль II-V фаланг стопы, прикрепляясь к основаниям дистальных фаланг. Перед прикреплением каждое сухожилие прободает сухожилие короткого сгибателя пальцев

Функция:

Сгибает проксимальные и дистальные фаланги II-V пальцев стопы, принимает участие в сгибании стопы, поднимая (супинируя) ее медиальный край

Рекомендуемая позиция пациента во время инъекции:

Мышца достижима из положения пациента лежа на животе или на спине

МЫШЦА – ДЛИННЫЙ РАЗГИБАТЕЛЬ БОЛЬШОГО ПАЛЬЦА

M. EXTENSOR HALLUCIS LONGUS

Располагается наиболее поверхностно в нижней трети передней поверхности голени



Начало:

Медиальная поверхность средней и нижней третей малоберцовой кости, межкостной перепонки голени

Прикрепление:

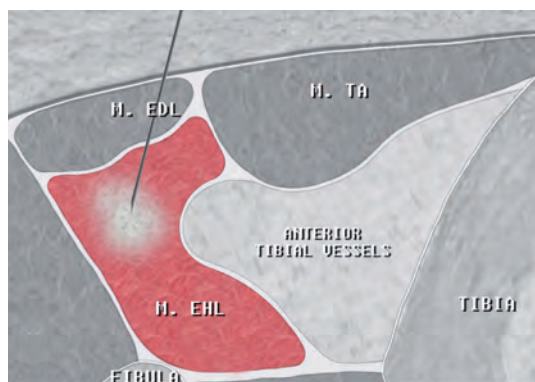
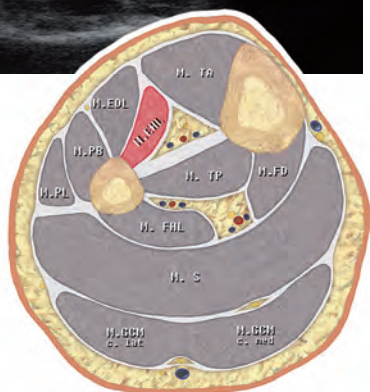
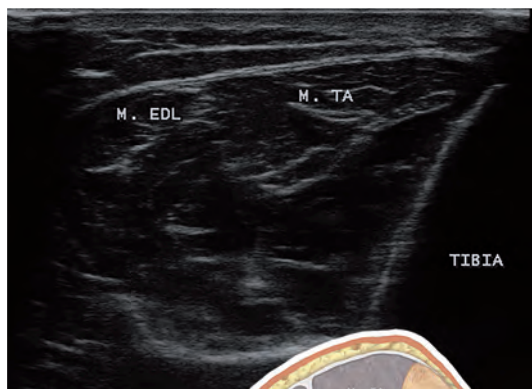
Дистальная фаланга большого пальца стопы

Функция:

Разгибает большой палец стопы, принимает участие в разгибании стопы, поднимая (супинируя) ее медиальный край

Рекомендуемая позиция пациента во время инъекции:

Лежа на спине. Мышца залегает между двумя мышцами: m. tibialis anterior и m. extensor digitorum longus, причем верхние 2/3 мышцы покрыты ими



Иннервация:

n. fibularis profundus (L4-S1)

Число точек инъекции: 1-2

Доза:

Ботокс 20-60 Ед

Ксеомин 20-60 Ед

Диспорт 80-140 Ед

Особенности инъекции:

Рекомендованы инъекция в нижней трети голени, где мышца не прикрыта другими, а также УЗ-контроль инъекции или ЭС

ПЕРЕДНЯЯ БОЛЬШЕБЕРЦОВАЯ МЫШЦА

M. TIBIALIS ANTERIOR

Занимает проксимальную и среднюю треть передней поверхности голени



Начало:

Боковая поверхность верхних двух третей большеберцовой кости, межкостная перегородка голени

Прикрепление:

Клиновидная кость, основание I плюсневой кости

Функция:

Тыльное сгибание стопы, подъем ее медиального края (супинация)

Рекомендуемая позиция пациента во время инъекции:

Лежа на спине

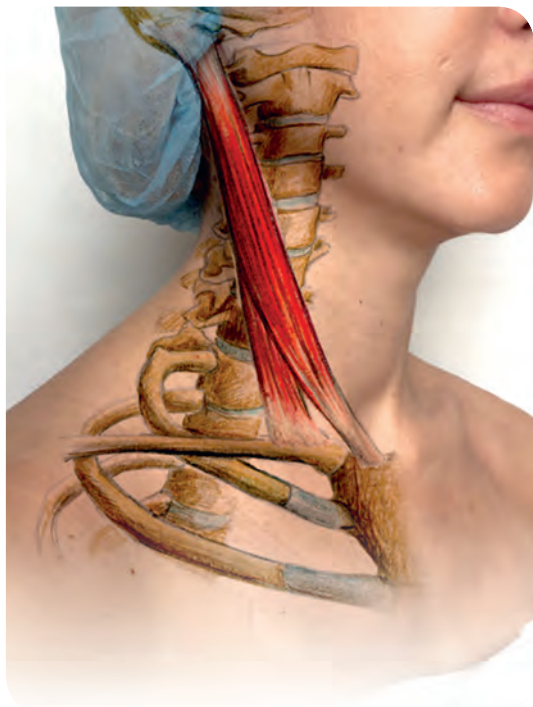
ЧАСТЬ 2

УЗ-контроль инъекций при проведении ботулинотерапии у пациентов с цервикальной дистонией

*Хатькова С.Е., Орлова О.А., Тимербаева С.Л., Бальберт А.А.,
Новиков С.А., Николаев Е.А., Старчик Д.А., Котляров В.В.*

ГРУДИНО-КЛЮЧИЧНО-СОСЦЕВИДНАЯ МЫШЦА

M. STERNOCLEIDOMASTOIDEUS



Начало:

От сосцевидного отростка височной кости

Прикрепление:

К грудино-ключичному сочленению (двумя ножками: латеральной – от грудинного конца ключицы и медиальной – от передней поверхности рукоятки грудины). Обе ножки соединяются в средней трети мышцы, дистальнее пучки медиальной ножки располагаются более поверхностно

Функция:

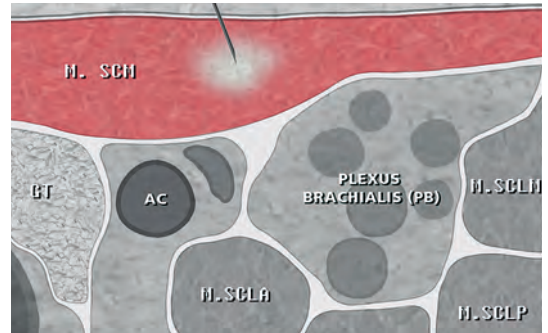
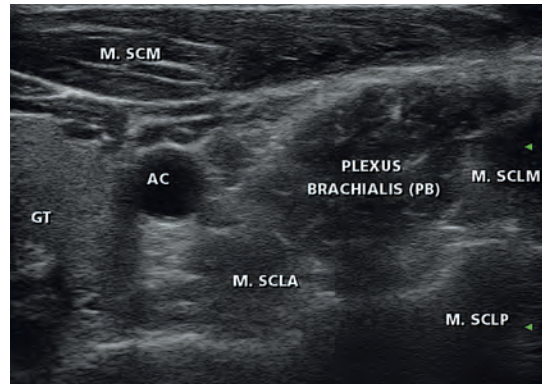
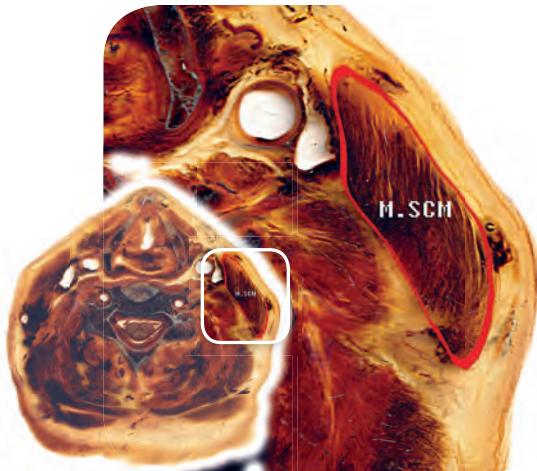
При фиксированной грудной клетке и одностороннем сокращении мышца наклоняет голову в свою сторону, лицо при этом поворачивается в противоположную сторону

При двустороннем сокращении мышцы голова запрокидывается назад и несколько выдвигается вперед

При фиксированной голове мышца подтягивает вверх ключицу и грудину

Рекомендуемая позиция пациента во время инъекции:

Сидя, с поворотом головы в противоположную сторону и небольшим наклоном вперед



Иннервация:

r. externus (n. accessorius), nn. cervicales (C2–C4)

Число точек инъекции: 2–3 (в обе ножки)

Доза:

Ботокс 50 (15–100) ЕД

Диспорт 60–200 ЕД

Ксеомин 50 (20–80) ЕД

Особенности инъекции:

Мышца поверхностная, легкодоступная для инъекции, однако позади нее и медиальнее находится сонная артерия, а латеральнее – сосудисто-нервный пучок, которые могут быть травмированы при слишком глубокой инъекции
Рекомендован УЗ/ЭМГ-контроль инъекций

ПЕРЕДНЯЯ ЛЕСТНИЧНАЯ МЫШЦА

M. SCALENUS ANTERIOR



Начало:

От передних бугорков С3–С6, с направлением вниз и вперед

Прикрепление:

К бугорку передней лестничной мышцы (tuberculum m. scalenus anterior) I ребра

Функция:

При фиксированном позвоночнике подтягивает I ребро кверху

При фиксированной грудной клетке и одностороннем сокращении наклоняет шейный отдел позвоночника в свою сторону, а при двустороннем – выдвигает вперед

РЕМЕННАЯ МЫШЦА ГОЛОВЫ

M. SPLENIUS CAPITIS



Начало:

От вейной связки и остистых отростков С3–Тн3

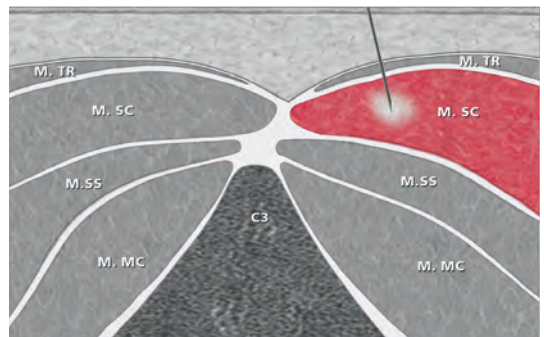
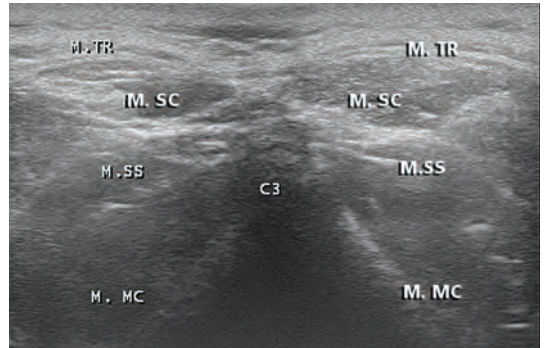
Прикрепление:

К верхней вейной линии и вдоль заднего края сосцевидного отростка

Графически выделяют ременную мышцу головы *m. splenius capitis* и ременную мышцу шеи *m. splenius cervicis*

Функция:

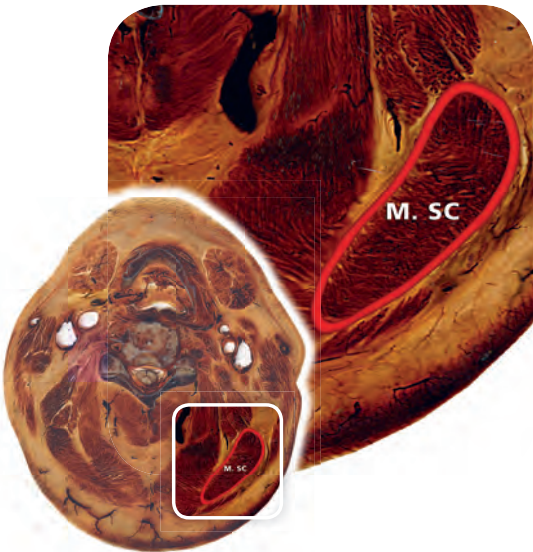
При двустороннем сокращении запрокидывает голову и шею кзади, при одностороннем – поворачивает в соответствующую сторону



Особенности инъекции:

На задней поверхности шеи мышца залегает под трапециевидной мышцей. Как правило, инъецируются обе части ременной мышцы – шеи и головы

Рекомендован УЗ/ЭМГ-контроль инъекций



Иннервация:

nn. cervicales (C2-C8)

Число точек инъекции: 1-2

Доза:

Ботокс 70 (15-150) ЕД
(см. приложение 5, п. 11)

Диспорт 100-300 ЕД

Ксеомин 70 (50-150) ЕД